

(11)Publication number : 2003-317783  
(43)Date of publication of application : 07.11.2003

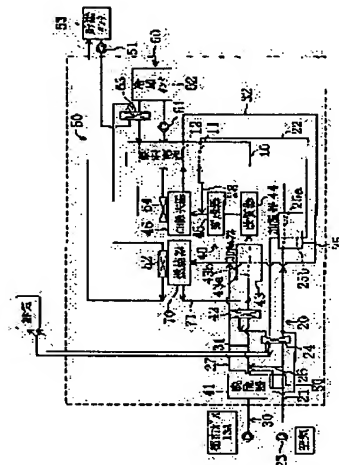
H01M 8/06  
H01M 8/04

(71)Applicant : DAIKIN IND LTD  
(72)Inventor : IKEGAMI SHUJI  
OKUBO EISAKU  
MATSUI NOBUKI  
OKAMOTO YASUNARI

(22)Date of filing : 24.04.2002

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress deterioration of a catalyst and prevent deterioration of workability and the cost increase due to maintenance by preventing adhesion of impurity components contained in oxygen containing gas supplied to a fuel cell power generating system to a fuel cell 10 and the catalyst of a reactor such as a reformer.

**SOLUTION:** An impurity remover 80 capable of adsorbing and desorbing impurities is provided in a supply passage for the oxygen containing gas. Air removed of the impurities by adsorption of the remover 80 is supplied to the fuel cell power generating system. The impurities desorbed from the remover 80 are disposed by combustion.



[Date of request for examination]	24.02.2005
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

2005/12/13



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料ガス中の水素と酸素含有ガス中の酸素との反応により発電を行う燃料電池(10)と、原料ガスを改質して燃料ガスを生成する反応器(40)とを備えた燃料電池発電システムであって、

酸素含有ガスの供給経路(21)に配置されて該ガス中の不純物成分を吸脱着可能な不純物除去器(80)と、不純物成分を燃焼処理する燃焼器(70)とを備え、

上記不純物除去器(80)において上記酸素含有ガス中の不純物成分を吸着除去する一方、該除去器(80)から脱離した不純物成分を燃焼器(70)で燃焼するように構成されていることを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項 2】 不純物除去器(80)が、吸着側通路(84)と脱着側通路(85)に跨って配置されるとともに回転可能に構成された吸着ロータ(81)を備え、該吸着ロータ(81)が、吸着側通路(84)で酸素含有ガス中の不純物成分を吸着する吸着動作と、脱着側通路(85)でその不純物成分を脱離する脱着動作とを行うように構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池発電システム。

【請求項 3】 吸着ロータ(81)が、連続的に回転しながら、吸着側通路(84)での吸着動作と脱着側通路(85)での脱着動作とを行うように構成されていることを特徴とする請求項 2 記載の燃料電池発電システム。

【請求項 4】 吸着ロータ(81)が、間欠的に回転する一方、回転停止中に吸着側通路(84)での吸着動作と脱着側通路(85)での脱着動作とを行うように構成されていることを特徴とする請求項 2 記載の燃料電池発電システム。

【請求項 5】 酸素含有ガスの供給経路(21)における吸着ロータ(81)の下流側に、該酸素含有ガスと燃料電池から排出される排ガスとが熱交換を行う加熱熱交換器(24)が設けられ、酸素含有ガスの供給経路(21)は、加熱熱交換器(24)の下流側が脱着側通路(85)における吸着ロータ(81)の上流側に接続されていることを特徴とする請求項 2、3 または 4 記載の燃料電池発電システム。

【請求項 6】 吸着ロータ(81)は、吸着側通路(84)が燃料電池(10)に酸素含有ガスを供給する酸素供給管(21)に接続されるとともに、脱着側通路(85)が燃料電池(10)の酸素極排気管(22)に接続され、吸着ロータ(81)が、燃料電池(10)の酸素極排ガスから酸素含有ガスに水分を回収させる湿度交換器を構成していることを特徴とする請求項 2、3 または 4 記載の燃料電池発電システム。

【請求項 7】 不純物成分を燃焼する燃焼器(70)が、燃料電池から排出される排ガスを燃焼させるためのオフガスパナにより構成されていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 記載の燃料電池発電システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池発電システムに関し、特に、該システムに設けられている燃料電池と、改質器、変成器、及び一酸化炭素除去器などの反応器での触媒劣化を防止する機構を備えた燃料電池発電システムに係るものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、燃料電池発電システムは、燃料の酸化により生じる化学的エネルギーを電気エネルギーに変換するように構成されている。この燃料電池発電システムは、具体的には、都市ガスなどの原料ガスを改質して生成される水素リッチな燃料ガスと空気（酸素含有ガス）とを燃料電池に供給し、燃料ガス中の水素と空気中の酸素との反応により水ができるときのエネルギーを電気に変換する。燃料電池は、触媒を利用して上記反応を促進するように構成されている。

【0003】この燃料電池発電システムでは、一般に、原料ガスの改質プロセスにおいて、原料ガスを、脱硫器、改質器、変成器、及び一酸化炭素除去器などの反応器に順に通過させることにより、水素を主体とする燃料ガスを生成するようにしている。

【0004】このうち、脱硫器では原料ガスから硫黄化合物を除去する処理を行い、改質器では脱硫後の原料ガスから水素リッチな燃料ガスを生成する処理を行う。この改質器では、原料ガスの改質反応に伴って一酸化炭素も発生するが、燃料ガスが一酸化炭素を含んだままで燃料電池に供給されると燃料電池の電池電極に利用されている触媒が被毒して十分な発電特性が得られなくなる。そこで、上記変成器では一酸化炭素を二酸化炭素に変成する処理を行う。

【0005】また、上記一酸化炭素除去器は、変成器を通過した燃料ガス中の一酸化炭素濃度をさらに低減するために用いられている。これは、燃料電池発電システムの発電特性を十分に高めるためには、燃料ガス中の一酸化炭素濃度を例えば 10 ppm 以下のレベルまで低減させることが必要であり、一般に上記変成器だけでは不十分であることを補うためである。具体的には、改質器及び変成器で改質した燃料ガスに空気を混合し、これを一酸化炭素選択酸化触媒を含んだ一酸化炭素除去器に通過させることによって、残った一酸化炭素を除去する処理を行う。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記燃料電池発電システムを工場などに設置した場合に、その近傍で塗装などが行われていると、燃料電池に供給される空気に、例えばホルムアルデヒド(HCHO)やアセトアルデヒド(CH<sub>3</sub>CHO)等の有機物が含まれていることがある。空気は、燃料電池に供給されるとともに、燃料ガスと混合されて上記の各反応器にも供給される。したがって、空気に上記有機物のような不純物が含まれていると、該不純物が燃料電池や各反応器の触媒に付着し

て、触媒性能が低下する原因となる。

【0007】これに対して、上記燃料電池発電システムにおいて、空気をエアフィルターや吸着フィルターに通してから供給することも可能である（例えば特開平07-094200号公報を参照）。しかし、エアフィルターは基本的には集塵のみを行うものであり、 $\text{HCHO}$ や $\text{CH}_3\text{CHO}$ といった有機物を除去するには不適で、機能的に不十分である。したがって、この場合には触媒の劣化を十分に阻止することが困難である。また、上記有機物を吸着する機能を有するフィルターを用いる場合は、触媒の劣化を阻止することが可能であるものの、フィルターを定期的に取り替える必要が生じる。このため、煩雑な取り替え作業が定期的に必要でランニングコストが高くなり、取り替え時期が遅れるとやはり触媒が劣化する可能性もある。

【0008】本発明は、このような問題点を鑑みて創案されたものであり、その目的とするところは、空気（酸素含有ガス）中に含まれる不純物成分が燃料電池及び各反応器の触媒に付着するのを防止して、その付着による触媒の劣化を抑えるとともに、メンテナンスによる作業性の低下やコストアップも防止できるようにすることである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、空気（酸素含有ガス）の供給経路(21)中に不純物の吸脱着が可能な不純物除去器(80)を設け、この除去器(80)で不純物を吸着除去した空気（酸素含有ガス）をシステムに供給する一方、該除去器(80)から脱着した不純物を燃焼して処理するようにしたものである。

【0010】具体的に、請求項1に記載の発明は、燃料ガス中の水素と酸素含有ガス中の酸素との反応により発電を行う燃料電池(10)と、原料ガスを改質して燃料ガスを生成する反応器(40)とを備えた燃料電池発電システムを前提としている。そして、この燃料電池発電システムは、酸素含有ガスの供給経路(21)に配置されて該ガス中の不純物成分を吸脱着可能な不純物除去器(80)と、該不純物成分を燃焼処理する燃焼器(70)とを備え、不純物除去器(80)において上記酸素含有ガス中の不純物成分を吸着除去する一方、該除去器(80)から脱離した不純物成分を燃焼器(70)で燃焼するように構成されていることを特徴としている。

【0011】この請求項1に記載の発明においては、酸素含有ガスは、その供給経路(21)を流れるときに不純物除去器(80)を通過する。不純物除去器(80)は、酸素含有ガスに含まれる $\text{HCHO}$ や $\text{CH}_3\text{CHO}$ 等の不純物を吸着する。したがって、システムには、不純物が除去された酸素含有ガスが供給されるので、上記不純物は該システム内で燃料電池及び各反応器の触媒には付着しない。

【0012】一方、不純物除去器(80)が吸着した不純物は、該不純物除去器(80)から脱離させることもできる。

そして、不純物除去器(80)から脱離した不純物は、燃焼器(70)において燃焼してから排出することができる。

【0013】また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の燃料電池発電システムにおいて、不純物除去器(80)が、吸着側通路(84)と脱着側通路(85)に跨って配置されるとともに回転可能に構成された吸着ロータ(81)を備え、該吸着ロータ(81)が、吸着側通路(84)で酸素含有ガス中の不純物成分を吸着する吸着動作と、脱着側通路(85)でその不純物成分を脱離する脱着動作とを行うように構成されていることを特徴としている。

【0014】この請求項2に記載の発明においては、吸着ロータ(81)の吸着側で酸素含有ガスから不純物を除去しながら、脱着側では吸着した不純物を脱着させて吸着ロータ(81)を再生することができる。したがって、吸着ロータ(81)を回転させながら運転を行うと、不純物を吸着した部分を再生し、再び吸着に用いることが可能となる。

【0015】請求項3に記載の発明は、吸着ロータ(81)の回転の一つの態様を特定したもので、具体的には、請求項2に記載の燃料電池発電システムにおいて、吸着ロータ(81)が、連続的に回転しながら、吸着側通路(84)での吸着動作と脱着側通路(85)での脱着動作とを行うように構成されていることを特徴としている。

【0016】また、請求項4に記載の発明は、吸着ロータ(81)の回転の他の態様を特定したもので、具体的には、請求項2に記載の燃料電池発電システムにおいて、吸着ロータ(81)が、間欠的に回転する一方、回転停止中に吸着側通路(84)での吸着動作と脱着側通路(85)での脱着動作とを行うように構成されていることを特徴としている。

【0017】また、請求項5に記載の発明は、請求項2、3または4に記載の燃料電池発電システムにおいて、酸素含有ガスの供給経路(21)における吸着ロータ(81)の下流側に、該酸素含有ガスと燃料電池から排出される排ガスとが熱交換を行う加熱熱交換器(24)が設けられ、酸素含有ガスの供給経路(21)における加熱熱交換器(24)の下流側が脱着側通路(85)における吸着ロータ(81)の上流側に接続されていることを特徴としている。上記加熱熱交換器(24)は、酸素含有ガスと燃焼排ガスを熱交換するものでもよい。つまり、加熱熱交換器(24)には、燃焼後のより高温の排ガスを流してもよい。

【0018】この請求項5に記載の発明においては、吸着ロータ(81)の脱着側通路(85)へは燃料電池の排ガスと熱交換して加熱された酸素含有ガスの一部を供給することができる。吸着ロータ(81)では、高温の再生用ガスが通過することにより、吸着した不純物が脱離するが、予め加熱した酸素含有ガスを供給すると、その際の加熱量を抑えられる。

【0019】また、請求項6に記載の発明は、請求項2、3または4に記載の燃料電池発電システムにおい

て、吸着ロータ(81)の吸着側通路(84)が燃料電池(10)に酸素含有ガスを供給する酸素供給管(21)に接続されるとともに、脱着側通路(85)が燃料電池(10)の酸素極排気管(22)に接続され、吸着ロータ(81)が、燃料電池(10)の酸素極排ガスから酸素含有ガスに水分を回収させる湿度交換器を構成していることを特徴としている。

【0020】この請求項6に記載の発明においては、酸素含有ガスは、吸着ロータ(81)によって不純物が除去されるとともに水分を吸着ロータ(81)から吸収して、燃料電池(10)へ供給される。また、燃料電池(10)の酸素極排ガスは、吸着ロータ(81)によって水分が奪われるとともに不純物を吸着ロータ(81)から回収した後、燃焼器(70)で燃焼される。

【0021】請求項7に記載の発明は、請求項1から6のいずれか1に記載の燃料電池発電システムにおいて、不純物成分を燃焼する燃焼器(70)が、燃料電池から排出される排ガスを燃焼するためのオフガスバーナにより構成されていることを特徴としている。

【0022】この請求項7に記載の発明においては、不純物除去器(80)から脱離した不純物成分をオフガスバーナに供給して燃料電池の排ガスとともに燃焼し、その後

に排出することができる。

【0023】

【発明の実施の形態1】以下、本発明の実施形態1を図面に基づいて詳細に説明する。

【0024】図1は、この燃料電池発電システムの回路系統図である。この燃料電池発電システムは、燃料電池(10)と、空気(酸素含有ガス)が流れる酸素系統回路(20)と、燃料ガスが流れる水素系統回路(30)とを備えている。水素系統回路(30)には、原料ガスとしての都市ガスを改質して水素リッチな燃料ガスを生成するように、複数の反応器により構成された改質装置(40)が設けられている。そして、燃料ガスと酸素含有ガスとが燃料電池(10)に供給され、該燃料電池(10)において燃料ガス中の水素と酸素含有ガス(酸化剤ガス)中の酸素とが反応して発電が行われる。

【0025】また、この燃料電池発電システムは、温水を生成する水循環路(50)を備えており、いわゆるコジェネレーションシステムを構成している。

【0026】上記燃料電池(10)は、固体高分子電解質型に構成されている。この燃料電池(10)では、フッ素系の高分子フィルムからなる電解質膜の両面に触媒粒子を分散させて電極を形成することで、単電池が構成されている。電解質膜表面の電極は、一方が水素極(アノード)となり、他方が酸素極(カソード)となる。上記燃料電池(10)は、バイポーラ板を介して単電池が積層されたスタック(集合電池)を構成している。なお、上述した燃料電池(10)の構造については、図示を省略する。

【0027】上記燃料電池(10)では、バイポーラ板と電解質膜の酸素極とによって酸素極側ガス通路(11)が形成

され、バイポーラ板と電解質膜の水素極とによって水素極側ガス通路(12)が形成されている。酸素極側ガス通路(11)には、その入口側に空気供給管(21)が接続され、その出口側に酸素極排気管(22)が接続されている。一方、水素極側ガス通路(12)には、その入口側に改質装置(40)及び水素供給管(31)が配管接続され、その出口側に水素極排気管(32)が接続されている。

【0028】燃料電池(10)には、冷却水回路(60)が接続されている。この冷却水回路(60)は、冷却水が充填された閉回路であって、冷却水ポンプ(61)と冷却水タンク(62)と水熱交換器(63)と第1加熱熱交換器(64)とが接続されている。冷却水回路(60)は、冷却水が循環することによって、燃料電池(10)を所定の作動温度に保つ作用をするものである。

【0029】上記空気供給管(21)は、その始端が屋外に開口し、その終端が燃料電池(10)の酸素極側ガス通路(11)に接続されている。空気供給管(21)には、その始端から終端に向かって順に、ブロー(23)と、後述する不純物除去器(80)と、熱交換器である第1ガス加熱器(24)と、第1加湿器(25)とが設けられている。

【0030】また、空気供給管(21)には、第1分岐管(26)が設けられている。この第1分岐管(26)は、その始端が不純物除去器(80)と第1ガス加熱器(24)との間に接続されている。また、空気供給管(21)には第2分岐管(27)と第3分岐管(28)とが設けられている。第2分岐管(27)は、その始端が第1ガス加熱器(24)と第1加湿器(25)との間に接続されている。第3分岐管(28)は、その始端が第1加湿器(25)と燃料電池(10)との間に接続されている。

【0031】上記第1加湿器(25)は、水蒸気透過膜(図示せず)を備えている。水蒸気透過膜は、水蒸気が透過可能な膜であって、例えばポリビニルアルコール膜等の親水性の膜により構成されている。上記第1加湿器(25)には、水蒸気透過膜を介して、第1被加湿側通路(25a)と第1排ガス通路(25b)とが区画形成されている。第1被加湿側通路(25a)には、空気供給管(21)が接続されており、酸素含有ガスとしての空気が導入される。第1排ガス通路(25b)には、酸素極排気管(22)が接続されており、燃料電池(10)の酸素極側ガス通路(11)から電池排ガスとして排出された酸素極排ガスが導入される。この酸素極排気管(22)は、第1ガス加熱器(24)を通り、室外に開口している。

【0032】上記改質装置(40)は、原料ガスとしての都市ガスから水素主体の燃料ガスを生成するように構成されている。この改質装置(40)には、ガスの流れに沿って順に、脱硫器(41)と、熱交換器である第2ガス加熱器(42)と、第2加湿器(43)と、改質器(44)と、変成器(45)と、CO(一酸化炭素)除去器(46)とが設けられている。また、改質装置(40)における脱硫器(41)と第2ガス加熱器(42)の間には、空気供給管(21)の第1分岐管(26)

が接続されている。

【0033】上記脱硫器(41)は、原料ガスとして供給された都市ガスから、硫黄分を吸着除去するように構成されている。

【0034】上記第2加湿器(43)は、水蒸気透過膜(図示せず)を備えている。水蒸気透過膜は、水蒸気が透過可能な膜であって、例えばポリビニルアルコール膜等の親水性の膜により構成されている。上記第2加湿器(43)には、水蒸気透過膜を介して、第2被加湿側通路(43a)と第2排ガス通路(43b)とが区画形成されている。第2被加湿側通路(43a)は、改質装置(40)における第2ガス加熱器(42)と改質器(44)の間に設けられ、原料ガスが導入される。第2排ガス通路(43b)には、水素極排気管(32)が接続されており、燃料電池(10)の水素極側ガス通路(12)から電池排ガスとして排出された水素極排ガスが導入される。

【0035】上記改質器(44)は、部分酸化反応に対して活性を呈する触媒と、水蒸気改質反応に対して活性を呈する触媒とを備えている。改質器(44)では、部分酸化反応及び水蒸気改質反応によって、原料ガスから水素が生成される。その際、改質器(44)は、発熱反応である部分酸化反応の反応熱を、吸熱反応である水蒸気改質反応の反応熱として利用する。

【0036】上記変成器(45)は、シフト反応(一酸化炭素変成反応)に活性を呈する触媒を備えている。変成器(45)では、シフト反応によって、ガス中の一酸化炭素が削減されると同時に水素が増加する。

【0037】上記CO除去器(46)は、CO選択酸化反応に活性を呈する触媒を備えている。CO除去器(46)では、CO選択酸化反応によって、ガス中のCOが更に削減される。そして、CO除去器(46)から出た水素主体のガスが、燃料ガスとして燃料電池(10)の水素極側ガス通路(12)へ供給されるように、水素供給管(31)が燃料電池(10)に接続されている。

【0038】上記水素極排気管(32)には、燃焼器(オフガスバーナ)(70)が設けられており、上記改質装置(40)における第2加湿器(43)と燃焼器(70)の間には、上記空気供給管(21)の第2分岐管(27)が接続されている。また、この改質装置(40)における変成器(45)とCO除去器(46)との間には、上記空気供給管(21)の第3分岐管(28)が接続されている。

【0039】上記燃焼器(70)は、水素極排気管(32)の終端に接続され、水素極排ガス中に残存する水素(H<sub>2</sub>)などの可燃成分を、第2分岐管(27)から供給される空気を利用して燃焼させるように構成されている。また、燃焼器(70)には、燃焼ガス管(71)の始端が接続されている。燃焼ガス管(71)は、その終端が屋外に開口すると共に、その途中で第2ガス加熱器(42)と第1ガス加熱器(24)が設けられている。水素極排ガスの燃焼によって生成した高温の燃焼ガスは、この燃焼ガス管(71)を流れて屋外へ

排出される。

【0040】上記水循環路(50)は、熱媒水が充填された閉回路である。この水循環路(50)には、熱媒水の循環方向において、循環ポンプ(51)と、水熱交換器(63)と、第2加熱熱交換器(52)と、貯湯タンク(53)とが順に設けられている。水循環路(50)を循環する熱媒水は、水熱交換器(63)及び第2加熱熱交換器(52)で加熱され、温水となって貯湯タンク(53)に蓄えられる。そして、貯湯タンク(53)の温水は、必要に応じて給湯に供される。

【0041】上記水熱交換器(63)には、図示していないが冷却水流路と熱媒水流路とが区画形成されている。水熱交換器(63)は、その冷却水流路が冷却水回路(60)に接続され、その熱媒水流路が水循環路(50)に接続されている。この水熱交換器(63)は、冷却水流路の冷却水と熱媒水流路の熱媒水とを熱交換させるように構成されている。また、上記第2加熱熱交換器(52)は、燃焼排ガスと熱媒水とを熱交換させるように構成されている。

【0042】次に、本発明の特徴である不純物除去器(80)について説明する。

【0043】図1の部分拡大図である図2に示すように、空気(酸素含有ガス)の供給経路としての空気供給管(21)には、該空気中の不純物成分を吸脱着可能な不純物除去器(80)が設けられている。

【0044】この不純物除去器(80)は、図3及び図4に示すように、吸着ロータ(81)を備えている。吸着ロータ(81)は、詳細は図示していないが厚さ方向に通気性を有する円板状のハニカム基材により構成されている。この吸着ロータ(81)は、空気中に含まれるHCHOやCH<sub>3</sub>CHOなどの不純物の吸着に効果的な吸着質として、例えば合成ゼオライト、モレキュラーシーブ、活性炭などの吸着剤を含んでいる。

【0045】上記不純物除去器(80)は、吸着ロータ(81)の全体を覆うケーシング(82)を備え、ケーシング(82)の内部は、シール部材(83)によって中心角度が90°の4つの空間に区画されている。そして、相対する2つの空間(84,85)の一方が吸着側通路(84)に、他方が脱着側通路(85)に構成されている。残る2つの空間は、ガスが流れない空間になっている。

【0046】上記吸着側通路(84)は空気供給管(21)に接続され、脱着側通路(85)は空気供給管(21)の第2分岐管(27)に接続されている。この第2分岐管(27)は、空気供給管(21)における第1ガス加熱器(24)と第1加湿器(25)との間に一端が接続されるとともに、他端は、水素極排気管(32)における第2加湿器(43)と燃焼器(70)の間に接続されている。

【0047】このように、上記吸着ロータ(81)は、空気供給管(21)に接続された吸着側通路(84)と、第2分岐管(27)に接続された脱着側通路(85)に跨って配置されている。また、吸着ロータ(81)は、駆動機構(86)に連結され、該駆動機構(86)によって回転可能に構成されてい

る。

【0048】吸着ロータ(81)は、吸着側通路(84)で酸素含有ガス中の不純物成分を吸着する吸着動作と、脱着側通路(85)でその不純物成分を脱離する脱着動作とを行う。例えば、吸着ロータ(81)は、連続的に回転しながら、吸着側通路(84)での吸着動作と脱着側通路(85)での脱着動作とを行うように構成することができる。また、吸着ロータ(81)は、間欠的に回転する構成として、その回転停止中に吸着側通路(84)での吸着動作と脱着側通路(85)での脱着動作とを行うように構成することも可能である。

【0049】具体的に、吸着ロータ(81)は、低温の吸着側通路(84)で空気中の不純物を吸着し、180°回転したときに高温の脱着側通路(85)で不純物を脱着する。吸着ロータは、脱着側通路(85)からさらに90°回転した位置で放熱し、温度を下げてから吸着側通路(84)へ戻る。こうすることにより、吸着側通路(84)における吸着性能の低下を抑え、次の吸着行程で空気中の不純物を吸着剤に吸着しやすくしている。

【0050】一方、上記燃焼器(70)は、上記不純物除去器(80)を通過した後の空気が第2分岐管(27)を介して供給されるため、水素極排ガス中に残存する水素(H<sub>2</sub>)を燃焼させるのに加えて、該不純物除去器(80)から脱着した不純物成分を燃焼して処理する作用も行う。つまり、空気中の不純物成分を燃焼して処理するのに用いる本発明の燃焼器(70)は、この実施形態では、燃料電池(10)の水素極から排出される水素極排ガスを燃焼させるためのオフガスバーナにより構成されている。

【0051】なお、本実施形態では、上記第1ガス加熱器(24)は、酸素含有ガスの供給経路における吸着ロータ(81)の下流側に位置して、燃料電池(10)から排出される排ガスと上記酸素含有ガスとが熱交換する加熱熱交換器を構成している。そして、この酸素含有ガスの供給経路は、第1ガス加熱器(24)の下流側が、吸着ロータ(81)の脱着側通路(85)に接続されていて、第1ガス加熱器(24)で予熱した空気を吸着ロータ(81)の脱着側通路(85)に供給するようにしている。吸着ロータ(81)の脱着側通路(85)に供給する空気は、必要に応じて別途加熱するように構成してもよい。

【0052】一運転動作—

次に、上記燃料電池発電システムの運転動作を説明する。

【0053】まず、起動時に空気供給管(21)のプロア(23)を運転すると、該空気供給管(21)に空気を取り込まれる。この空気は、その一部が第1分岐管(26)を通じて改質装置(40)へ送られ、残りが酸素含有ガス(酸化剤ガス)として吸着ロータ(81)の吸着側通路を通過する。これにより、酸素含有ガスは不純物が除去された状態で吸着ロータ(81)から流出し、第1ガス加熱器(24)へ導入される。この酸素含有ガスは、第1ガス加熱器(24)を流れ

る間に、空気極排ガスと燃焼ガスとから吸熱して加熱される。

【0054】第1ガス加熱器(24)において加熱された酸素含有ガスは、続いて第1加湿器(25)の第1被加湿側通路(25a)へ流入する。このとき、第1加湿器(25)の第1排ガス通路(25b)には、酸素極排ガスが導入されている。そして、第1被加湿側通路(25a)の酸素含有ガス(空気)には、第1加湿器(25)の水蒸気透過膜を透過した酸素極排ガス中の水蒸気が供給される。つまり、この第1加湿器(25)では、燃料電池(10)から排出された水蒸気が酸素含有ガス(空気)に回収される。

【0055】第1加湿器(25)において加湿された酸素含有ガスは、燃料電池(10)の酸素極側ガス通路(11)へ導入される。このように、酸素極側ガス通路(11)へ導入される酸素含有ガスを第1加湿器(25)で加湿しておくことで、燃料電池(10)における電解質膜の乾燥を防止している。

【0056】改質装置(40)へは、原料ガスとして都市ガスが供給される。この原料ガスは、先ず脱硫器(41)へ導入される。脱硫器(41)では、原料ガスに含まれる硫黄分が除去される。脱硫器(41)から出た原料ガスは、第1分岐管(26)からの空気が混入された後に、第2ガス加熱器(42)へ導入される。この原料ガスは、第2ガス加熱器(42)を流れる間に燃焼ガスから吸熱して加熱される。

【0057】第2ガス加熱器(42)において加熱された原料ガスは、続いて第2加湿器(43)の第2被加湿側通路(43a)へ流入する。一方、第2加湿器(43)の第2排ガス通路(43b)には、水素極排ガスが導入されている。そして、第2被加湿側通路(43a)の原料ガスには、水蒸気透過膜を透過した水素極排ガス中の水蒸気が供給される。この第2加湿器(43)では、改質器(44)における水蒸気改質反応、及び変成器(45)におけるシフト反応に必要な量の水蒸気が、原料ガスに対して付与される。

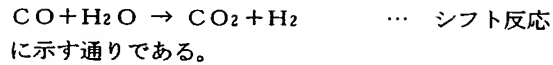
【0058】第2加湿器(43)で加湿された原料ガスは、改質器(44)へ導入される。つまり、改質器(44)に対しては、都市ガス、空気、及び水蒸気の混合物である原料ガスが供給される。改質器(44)では、メタン(CH<sub>4</sub>)の部分酸化反応と水蒸気改質反応とが行われ、水素(H<sub>2</sub>)と一酸化炭素(CO)が生成される。改質器(44)における部分酸化反応及び水蒸気改質反応の反応式は、  

$$\text{CH}_4 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2 \text{H}_2 \quad \cdots \text{部分酸化反応}$$

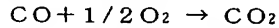
$$\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3 \text{H}_2 \quad \cdots \text{水蒸気改質反応}$$
に示す通りである。

【0059】改質器(44)から流出した反応後のガスは、変成器(45)へ送られる。変成器(45)へ導入されるガスには、改質器(44)で生成した水素と一酸化炭素が含まれている。また、このガスには、第2加湿器(43)において供給されたものの水蒸気改質反応に用いられなかった水蒸気が残存している。変成器(45)では、シフト反応が行われ、一酸化炭素が減少すると同時に水素が増加する。シ

フト反応の反応式は、

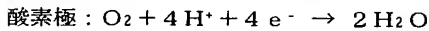
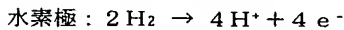


【0060】変成器(45)から出たガスは、CO除去器(46)へ導入される。ここで、変成器(45)からCO除去器(46)へ送られるガスは、水素が主成分となっているもの



そして、CO除去器(46)で一酸化炭素を削減されたガスは、燃料ガスとして燃料電池(10)の水素極側ガス通路(12)へ供給される。

【0061】上述のように、燃料電池(10)には、水素極側ガス通路(12)へ燃料ガスが供給され、酸素極側ガス通路(11)へ酸素含有ガス(酸化剤ガス)が供給される。燃料電池(10)は、燃料ガス中の水素を燃料とし、酸素含有ガス中の酸素を酸化剤として発電を行う。具体的に、燃料電池(10)では、水素極及び酸素極の電極表面において下記の電池反応が行われる。



この電池反応により、燃料ガスに含まれる水素の燃焼反応の化学エネルギーが電気エネルギーに変換される。

【0062】燃料電池(10)の酸素極側ガス通路(11)からは、電池排ガスとして酸素極排ガスが排出される。この酸素極排ガスには、電池反応に使われなかった余剰酸素が含まれている。また、酸素極排ガス中には、電池反応によって生じた $\text{H}_2\text{O}$ が水蒸気の状態が存在している。この酸素極排ガスは、酸素極排気管(22)を通じて第1加湿器(25)の第1排ガス通路(25b)へ導入される。上述のように、酸素極排ガス中の水蒸気は、水蒸気透過膜を透過して第1被加湿側通路(25a)の酸素含有ガス(空気)へ供給される。第1加湿器(25)において水蒸気を奪われた酸素極排ガスは、第1ガス加熱器(24)を通過した後、排気される。

【0063】一方、燃料電池(10)の水素極側ガス通路(12)からは、電池排ガスとして水素極排ガスが排出される。この水素極排ガスには、電池反応に使われなかった水素が残存している。また、水素極排ガス中には、電池反応によって生じた $\text{H}_2\text{O}$ が水蒸気の状態が存在している。この水素極排ガスは、水素極排気管(32)を通じて第2加湿器(43)の第2排ガス通路(43b)へ導入される。上述のように、水素極排ガス中の水蒸気は、水蒸気透過膜を透過して第2被加湿側通路(43a)の原料ガスへ供給される。第2加湿器(43)において水蒸気を奪われた水素極排ガスは、燃焼器(70)へ送り込まれる。

【0064】燃焼器(70)は、吸着ロータ(81)を通過した清浄な酸素含有ガスを利用して、水素極排ガス中の水素を燃焼させる。この水素極排ガスの燃焼によって、高温の燃焼ガスが生成する。この燃焼ガスは、燃焼器(70)において、第2加熱熱交換器(52)を流れる熱媒水に対して放熱する。

の、未だに一酸化炭素を含んでいる。この一酸化炭素は、残ったままでは水素極の触媒毒となる。そこで、CO除去器(46)は、CO選択酸化反応によってガス中の一酸化炭素を更に削減する。CO選択酸化反応の反応式は、次の通りである。

… CO選択酸化反応

【0065】燃焼器(70)から流出した燃焼ガスは、続いて第2ガス加熱器(42)へ導入される。第2ガス加熱器(42)では、燃焼ガスが原料ガスに対して放熱する。また、この燃焼ガスは、さらに第1ガス加熱器(24)を通過し、その際に酸素含有ガス(空気)に対して更に放熱する。その後、燃焼ガスは、燃焼ガスの流路から出て屋外へ排気される。

【0066】一方、冷却水ポンプ(61)の運転により、冷却水回路(60)において冷却水が循環する。具体的には、冷却水は、まず冷却水タンク(62)から水熱交換器(63)へ流れて水循環路(50)の熱媒水に対して放熱した後、燃料電池(10)へ送られて吸熱作用を行う。この冷却水の吸熱作用により、燃料電池(10)が所定の作動温度(例えば85℃程度)に維持される。燃料電池(10)で吸熱した冷却水は、第1加熱熱交換器(64)においてCO除去器(46)により加熱された後、冷却水ポンプ(61)に吸入される。その後、冷却水ポンプ(61)から吐出された冷却水は、冷却水タンク(62)に流入し、以降は同様の循環が繰り返される。

【0067】また、循環ポンプ(51)の運転により、水循環路(50)においては熱媒水が循環する。貯湯タンク(53)から流出した熱媒水は、循環ポンプ(51)によって水熱交換器(63)の水流路へ送り込まれる。水熱交換器(63)において、熱媒水は、熱媒水流路を流れる間に冷却水流路の冷却水から吸熱する。これにより、燃料電池(10)とCO除去器(46)の排熱が、熱媒水に回収される。

【0068】その後、熱媒水は、第2加熱熱交換器(52)へ導入される。第2加熱熱交換器(52)において、熱媒水は、燃焼器(70)の燃焼ガスから吸熱する。つまり、水素極排ガス中に残存する水素の燃焼熱が、熱媒水に回収される。そして、第2加熱熱交換器(52)から出た熱媒水は、貯湯タンク(53)へ送り返され、温水として貯留される。貯湯タンク(53)に温水として蓄えられた熱媒水は、給湯に利用される。

【0069】以上の運転動作において、吸着ロータ(81)は、空気供給管(21)を流れる空気が吸着側通路(84)を通過する際に、この空気に含まれる不純物を吸着している。したがって、燃料電池(10)を始め、脱硫器(41)、改質器(44)、変成器(45)、及び一酸化炭素除去器(46)などの各反応器にも不純物がほとんど流入しないので、触媒が被毒により劣化するのを抑えられる。

【0070】一方、吸着ロータ(81)を通過した清浄な空気は、第1ガス加熱器(24)において空気極排ガスと燃焼

ガスとから吸熱して加熱された後、一部が吸着ロータ(81)の脱着側通路(85)を通過する。そして、該吸着ロータ(81)では、高温の酸素含有ガスが脱着側通路(85)を通過することにより、付着している不純物が脱離する。吸着ロータ(81)から脱離した不純物は、酸素含有ガスとともに燃焼器(70)へ流れ、燃焼された後に排出される。

【0071】また、吸着ロータ(81)の脱着側通路(85)において不純物成分が脱離することにより、該脱着側通路(85)内の部分が再生されるので、吸着ロータ(81)を回転させるとその部分を再び吸着動作に用いることが可能となる。

【0072】以上説明したように、本実施形態によれば、不純物除去器(80)において不純物を吸着除去した酸素含有ガスを燃料電池発電システムに供給することで、該システムに設けられている燃料電池(10)を始め、脱硫器(41)、改質器(44)、変成器(45)、及び一酸化炭素除去器(46)などの各反応器において触媒に上記不純物が付着しないようにしているので、各反応触媒が触媒毒により劣化するのを防止できる。また、不純物除去器(80)で回収した有機物成分を燃焼して処理した後に排出することができるので、周囲をクリーンな状態に保つことができる。

【0073】また、不純物除去器(80)に吸着ロータ(81)を用いているので、不純物の吸着と脱着を同時に行うことができる。このため、吸着ロータ(81)を回転させながら、不純物を吸着した部分を次に再生し、再び吸着に用いることが可能となるので、連続運転が可能となる。このことは、吸着ロータ(81)を連続回転するように構成した場合でも、間欠回転するように構成した場合でも同様である。

【0074】さらに、吸着ロータ(81)を通過した清浄な空気を燃料電池(10)の排ガスとの熱交換により加熱した後、その一部を吸着ロータ(81)の脱着側通路(85)に供給するようにしているので、吸着ロータ(81)の再生時の加熱量を抑えることができる。これにより、装置のランニングコストが高くなるのを防止できる。

【0075】さらに、この実施形態によれば、不純物成分を燃焼する燃焼器(70)として、水素極排ガスを燃焼するオフガスバーナを利用している。したがって、不純物を燃焼するための専用の燃焼器(70)が不要となり、装置構成の複雑化やコストアップを防止できる。

【0076】一実施形態1の変形例一

図1の例では、燃料ガスの供給経路に第2加湿器(43)を設けて燃料ガスを加湿するようにしているが、燃料電池発電システムは、この第2加湿器(43)を設けない構成にしてもよい。

【0077】図5に示すように、この例では、第2加湿器(43)を設ける代わりに、改質装置(40)には、第2ガス加熱器(42)と改質器(44)との間にスチーム供給器(47)が接続されている。また、燃料電池(10)の水素極排気管(3

2)には湿度交換器(48)が接続され、水素極排ガスの水分を回収するようにしている。

【0078】この変形例でも、空気供給管(21)には不純物除去器(80)が設けられている。不純物除去器(80)は、図6に示すように、ケーシング(82)内がシール部材(83)によって2つに分割されて、一方が吸着側通路(84)、他方が脱着側通路(85)になっている。これにより、吸着ロータ(81)は、全体の約1/2の領域で酸素含有ガス中の不純物を吸着し、残りの約1/2の領域で再生動作を行う。この場合も、吸着ロータ(81)を連続回転させながら吸着動作と再生動作を同時に行うか、吸着ロータ(81)を間欠回転させながら、回転停止中に吸着動作と再生動作を同時に行うことにより、不純物を除去した空気をういて燃料電池発電システムを連続運転することができる。

【0079】また、この変形例においても、空気の供給経路である空気供給管(21)に不純物除去器(80)を設けているので、燃料電池(10)や反応器(44~46)の触媒が劣化するのを防止できるとともに、脱着後のガスに含まれる不純物が燃焼されるので周囲をクリーンに保つことができる。

【0080】

【発明の実施の形態2】本発明の実施形態2は、実施形態1とは吸着ロータ(81)の配置を変更した例である。この実施形態2において、吸着ロータ(81)は、不純物除去器(80)を構成するとともに湿度交換器を構成している。

【0081】この実施形態2では、不純物除去器(80)は、実施形態1における第1加湿器(25)の位置に配置されている。そして、空気供給管(21)が吸着側通路(84)に接続される一方、酸素極排気管(22)が脱着側通路(85)に接続されている。この実施形態2では、空気供給管(21)の第2分岐管(27)を設けておらず、酸素極排気管(22)が水素極排気管(32)における第2加湿器(43)と燃焼器(70)の間に接続されている。なお、場合によっては空気供給管(21)の第2分岐管(27)を設け、これを酸素極排気管(22)における吸着ロータ(81)の下流側と合流させてもよい。

【0082】また、本実施形態では、実施形態1の第1ガス加熱器(24)は設けていない。

【0083】この実施形態2は、以上の点を除いて、全体の回路構成は実施形態1と同様に構成されている。また、不純物除去器(80)自体の構成についても実施形態1と同様である。

【0084】このように構成すると、空気供給管(21)を流れる空気は、吸着ロータ(81)の吸着側通路に流入する。吸着ロータ(81)では空気中の不純物が除去されるので、燃料電池(10)へは清浄な空気が供給される。このとき、吸着ロータ(81)には、燃料電池(10)の酸素極排ガスの水分が吸着されており、空気はこの水分を回収して燃料電池(10)に供給される。つまり、吸着ロータ(81)を通

過する空気は、不純物を吸着ロータ(81)によって除去される一方、水分を吸着ロータ(81)から回収する。また、CO除去器(46)にも、吸着ロータ(81)を通過した清浄な空気が供給される。

【0085】吸着ロータ(81)の脱着側では、燃料電池(10)での反応によって高温になっている酸素極排ガスにより、付着している不純物成分が脱離する。これにより、吸着ロータ(81)が再生される。吸着ロータ(81)は、その回転に伴って、再生された部分が吸着側通路(84)へ移動し、再び吸着動作に用いられる。また、吸着ロータ(81)から流出した酸素極排ガスは、水素極排ガスとともに燃焼器(70)へ投入され、燃焼後に排気される。

【0086】この構成においても、不純物を除去した空気を燃料電池(10)及びCO除去器(46)に供給するようにしているので、不純物による触媒の劣化を抑えることができる。また、不純物を吸着ロータ(81)から脱着した後、燃焼するように構成しているので、周囲の環境を汚すことも防止できる。

【0087】

【発明のその他の実施の形態】本発明は、上記実施形態について、以下のような構成としてもよい。

【0088】例えば、上記実施形態では、不純物除去器(80)に吸着ロータ(81)を用いているが、不純物除去器(80)は、例えば2つの吸着部材を設けるとともに酸素含有ガス及び燃料ガスの通路を切り換え可能な構成として、吸着部材の一方を吸着側に、他方を再生(脱着)側に用いる状態と、一方を再生側に、他方を吸着側に用いる状態を交互に切り換えながら運転をするように構成してもよい。このように、本発明では不純物除去器(80)の構成を適宜変更することが可能であり、要するに不純物除去器(80)は、酸素中の不純物を吸着する一方で、吸着した不純物を脱離可能に構成されていればよい。

【0089】また、上記実施形態では、吸着ロータ(81)から脱離した不純物を燃焼する燃焼器(70)として、燃料電池(10)の水素極排ガスを燃焼するオフガスバーナを利用しているが、場合によってはこのオフガスバーナの代わりに専用の燃焼器を設けてもよい。

【0090】

【発明の効果】請求項1に記載の発明によれば、不純物除去器(80)において不純物を吸着除去した酸素含有ガスを燃料電池発電システムに供給することで、燃料電池(10)を始め、該システムに設けられている脱硫器(41)、改質器(44)、変成器(45)、及び一酸化炭素除去器(46)などの反応器の触媒に上記不純物が付着しないようにしているので、各反応触媒が触媒毒により劣化するのを防ぐことができる。また、不純物除去器(80)で回収した有機物成分を燃焼処理後に排出することができるので、クリーンな状態を保つことができる。

【0091】また、請求項2～4に記載の発明によれば、不純物除去器(80)に吸着ロータ(81)を用いることに

より、不純物の吸着と脱着を同時に行うことができる。したがって、吸着ロータ(81)を回転させると、不純物を吸着した部分を再生し、再び吸着に用いることが可能となるので、連続運転が可能となる。

【0092】また、請求項5に記載の発明によれば、燃料電池(10)の排ガスとの熱交換により加熱した酸素含有ガスの一部を吸着ロータ(81)の脱着側通路(85)に供給することにより、吸着ロータ(81)の再生時の加熱量を抑えることができるので、装置のランニングコストが高くなるのを防止できる。

【0093】また、請求項6に記載の発明によれば、吸着ロータ(81)が湿度交換器を兼ねる構成にしているので、システムの構成を簡素化することができる。

【0094】さらに、請求項7に記載の発明によれば、不純物成分を燃焼する燃焼器(70)としてオフガスバーナを利用しているので、不純物を燃焼するための専用の燃焼器(70)が不要となり、装置構成の複雑化やコストアップを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係る燃料電池発電システムの回路系統図である。

【図2】図1の部分拡大図である。

【図3】不純物除去器(80)の外観図であり、(a)図は正面図、(b)図は側面図である。

【図4】(a)図は不純物除去器(80)の吸着ロータの斜視図、(b)図は側面図である。

【図5】実施形態1の変形例に係る燃料電池発電システムの回路系統図である。

【図6】(a)図は不純物除去器(80)の吸着ロータの斜視図、(b)図は側面図である。

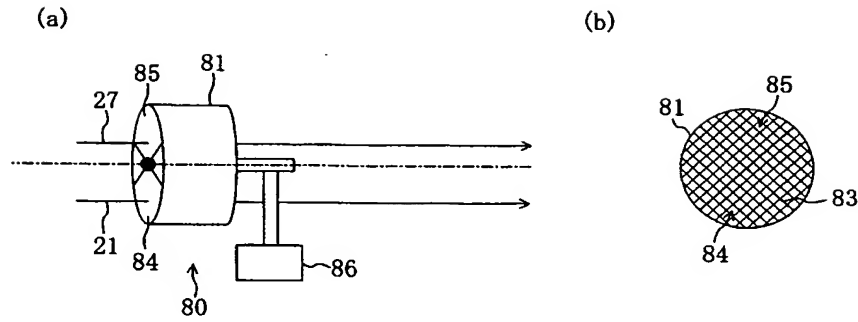
【図7】本発明の実施形態2に係る燃料電池発電システムの回路系統図である。

【符号の説明】

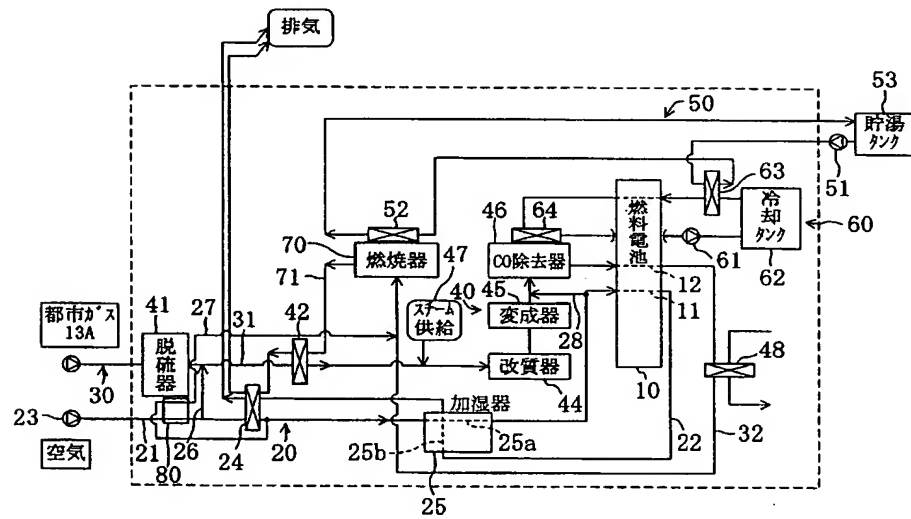
- (10) 燃料電池
- (20) 酸素系統回路
- (21) 空気供給管(供給経路)
- (24) 第1ガス加熱器(加熱熱交換器)
- (30) 水素系統回路
- (40) 改質装置
- (41) 脱硫器
- (44) 改質器
- (45) 変成器
- (46) CO除去器
- (50) 水循環路
- (60) 冷却水回路
- (70) 燃焼器
- (80) 不純物除去器
- (81) 吸着ロータ
- (84) 吸着側通路
- (85) 脱着側通路

Figure 1 consists of two views of a device 80. (a) is a side view showing two input ports 21 and 27 on the left, a central rectangular block 82, and two output ports 81 on the right. (b) is a top view showing a circular device 80 with a dashed outline 82. Inside the circle, there are two circular features 83 and 84, and a dashed line 85 connecting them.

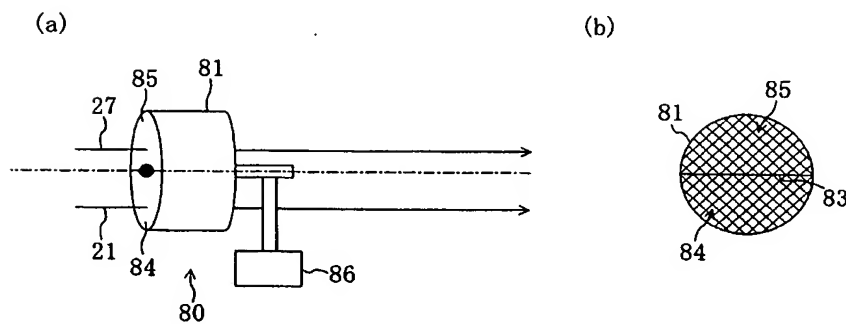
【図4】



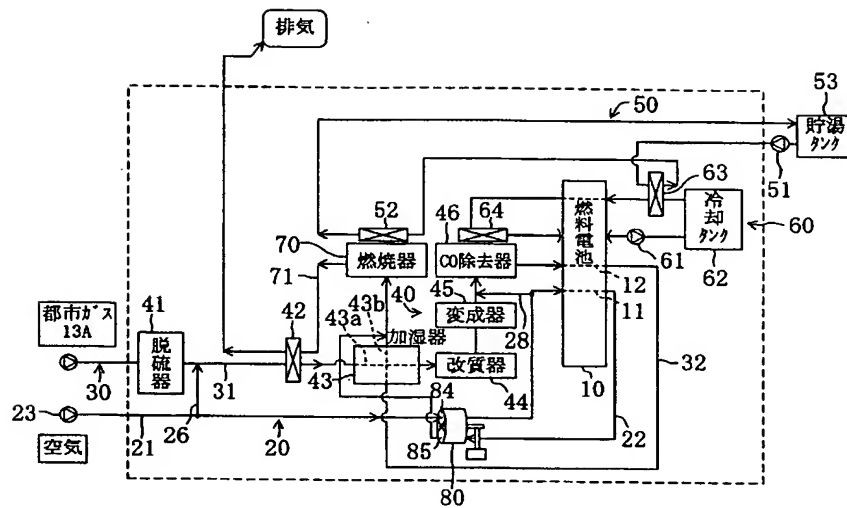
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 松井 伸樹  
大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業  
株式会社堺製作所金岡工場内

(72)発明者 岡本 康令  
大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業  
株式会社堺製作所金岡工場内  
Fターム(参考) 5H027 AA02 BA01 BA16 BA17 BC06